

مروری بر روش‌های مختلف مراقبت از پوست با استفاده از سیانوباکتری‌ها

ریزجلبک‌ها موجودات فتوسنتزی هستند که در نتیجه قرار گرفتن دائمی در شرایط استرس مانند دمای بالا یا پایین، شوری بالا، فشار اسمزی، اکسیداسیون نور و اشعه فرابنفش، حاوی ترکیبات فعال با ارزشی در محصولات آرایشی بهداشتی هستند. محصولات آرایشی موجود را می‌توان با محصولات آرایشی مشتق شده از ریزجلبک‌ها که سازگار با محیط زیست و ایمن هستند، جایگزین کرد و در فرمولاسیون‌های موضعی مواد آرایشی مراقبت از پوست مانند مرطوب‌کننده، ضدچروک، ضدپیری و عامل ضدآکنه گنجانند. علاوه بر این، از عصاره این ریزجلبک‌ها برای ساخت کرم‌های ضدآفتاب برای درمان اختلالات رنگدانه‌ای پوست و بهبود زخم‌ها استفاده گسترده می‌شود؛ به طوری که اکنون اکثر لوازم آرایشی تجاری، دارای طیف وسیعی از ترکیبات طبیعی مستخرج از سیانوباکتری‌ها هستند که منجر به افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی، احیاکننده، مرطوب‌کننده، محافظت‌کننده و درخشان‌کننده، هم برای مو و هم برای پوست هستند. در این مقاله مروری، کاربردهای آرایشی عصاره و پودر خشک‌شده سیانوباکتری‌ها در بهبود ظاهر و سلامت پوست و تجزیه و تحلیل معیار آرایشی اسپیرولینا مورد بحث قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: ریزجلبک، سیانوباکتری‌ها، لوازم آرایشی طبیعی، سلامت پوست

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۵ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷

پوست و زیبایی؛ زمستان ۱۴۰۱، دوره ۱۳ (۴): ۲۸۵-۲۹۹

آتوسا اسداللهی^۱

بهاره نوروزی^{۱*}

مهسا فتاحی^۲

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم و فناوری‌های همگرا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. مرکز آموزش و پژوهش بیماری‌های پوست و جذام، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

بهاره نوروزی

تهران، انتهای اتوبان شهید ستاری، میدان دانشگاه، بلوار شهیدای حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
پست الکترونیک:

bahareh.nowruzi@srbiau.ac.ir

تعارض منافع: اعلام نشده است.

مقدمه

نظارت فنی نیاز دارد بنابراین، تأثیر اقتصادی بالایی را تضمین می‌کند. علاوه بر آن به صرفه‌جویی در انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و اثرات کلی محیط‌زیست کمک می‌کنند. در جدول ۱، لیست مواد بیواکتیو در ریزجلبک‌ها نشان داده شده است^۱.

به‌طور کلی، اجزای اصلی سیانوباکتری‌ها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها هستند. در میان پروتئین‌های مختلف، مرتبط‌ترین (مقدار کل حدود ۶۰ درصد براساس وزن خشک) فیکوبیلی پروتئین‌ها، یعنی فیکوسیانین، آلفیکوسیانین و فیکواریترین هستند. علاوه بر پروتئین‌ها، دسته دیگری که به خوبی نشان داده شده اسیدهای چرب است. لیپیدهای اصلی عبارتند از ۷ - لینولنیک اسید از خانواده امگا - ۶ و اسید پالمیتیک (۱۶:۰) که هر دو به دلیل پتانسیل

در زمان‌های گذشته، عصاره‌های گیاهی به‌طور گسترده در محصولات آرایشی و مراقبت از پوست استفاده شده است. در دهه‌های اخیر، محققان علاقه خود را به ریزجلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها برای تهیه محصولات طبیعی سالم و مغذی، هم به‌عنوان غذا و هم به‌عنوان لوازم آرایشی و بهداشتی معطوف کرده‌اند. این ریزجلبک‌ها قرن‌ها است که کشت می‌شوند و هنوز هم معمولاً در آفریقا و در چاد مصرف می‌شود. علاوه بر آن مطالعات آزمایشگاهی و بالینی بسیاری روی آنها انجام شده است، چرا که به‌راحتی در «بیوراکتورها» تحت نور خورشید با صرفه‌جویی قابل‌توجه در آب، خاک و بدون نیاز به آفت کش یا علف کش رشد می‌کنند. فرآیند تولید بسیار ساده به حداقل آموزش اپراتور و

جدول ۱: ترکیبات موجود در ریزجلبک‌ها^۲.

نوع ترکیب	مقدار لازم برای ۱۰۰ گرم ماده خام	واحد	نوع ترکیب	مقدار لازم برای ۱۰۰ گرم ماده خام	واحد
۹۰/۶۷	آب	میلی گرم	۱۲۷	پتاسیم	میلی گرم
۱۲	کلسیم	میلی گرم	۹۸	سدیم	میلی گرم
۲/۷۹	آهن	میلی گرم	۰/۲	روی	میلی گرم
۱۹	منیزیم	میلی گرم	۰/۵۹۷	مس	میلی گرم
۱۱	فسفر	میلی گرم	۰/۱۸۶	منگنز	میلی گرم
۰/۲۶۶	تیروزین	میکروگرم	۰/۷	سلنیوم	میکروگرم
۰/۳۲۵	اسید پانتوتنیک	میلی گرم	۰/۹	ویتامین سی	میلی گرم
۰/۰۳۴	ویتامین ب ۶	میلی گرم	۰/۲۲۲	تیامین	میلی گرم
۹	فولات، کل	میلی گرم	۰/۳۴۲	ریبوفلاوین	میلی گرم
۹	فولات، غذا	میلی گرم	۱/۱۹۶	نیاسین	میلی گرم
۹	فولات، DEF	گرم	۰/۳۴	اسیدهای چرب غیراشباع	گرم
۶/۵	کولین	گرم	۰/۰۱۷	۱۶:۰۱	گرم
۳	ویتامین آ، RAE	گرم	۰/۰۱۸	۱۸:۰۱	گرم
۳۳	کاروتن	گرم	۰/۱۰۶	اسیدهای چرب چند غیراشباع	گرم
۵۶	ویتامین آ، IU	گرم	۰/۰۶۴	۱۸:۰۲	گرم
۰/۴۹	ویتامین E	گرم	۰/۰۴۲	۱۸:۰۳	گرم
۲/۵	ویتامین K	گرم	۰/۰۹۶	تریپتوفان	گرم
۰/۱۳۵	اسید چرب	گرم	۰/۳۰۶	ترئونین	گرم
۰/۰۰۴	۱۴:۰۰	گرم	۰/۳۳۱	ایزولوسین	گرم
۰/۱۲۷	۱۶:۰۰	گرم	۰/۵۰۹	لوسین	گرم
۰/۰۰۴	۱۸:۰۰	گرم	۰/۳۱۲	لیزین	گرم
۰/۰۶۸	سیستئین	گرم	۰/۱۱۸	متیونین	گرم
۰/۰۶۸	فنیل‌النین	گرم	۰/۳۶۲	والین	گرم
۰/۴۶۵	آلانین	گرم	۰/۴۲۷	آرژنین	گرم
۰/۵۹۷	آسپارتیک اسید	گرم	۰/۱۱۲	هیستیدین	گرم
۰/۸۶۴	گلوتامین اسید	گرم	۰/۲۴۵	پرولین	گرم
۰/۳۱۹	گلايسين	گرم	۰/۳۰۹	سرین	گرم
۹۰/۶۷	آب	میلی گرم	۱۲۷	پتاسیم	میلی گرم

ویتامین‌ها، ویتامین‌های گروه ب بیشترین فراوانی را دارند^۴. حضور آنها در ترمیم اسید نوکلئیک، انتقال الکترون، سنتز اسیدهای چرب و متابولیسم تک‌کربنی کمک می‌کند. علاوه بر فیکوبی‌پروتئین‌هایی که قبلاً ذکر شد، کاروتنوئیدها و کلروفیلینیز از دیگر ترکیبات رنگی هستند که در بخش مواد غذایی مورد توجه قرار می‌گیرند. علاوه بر این، این رنگدانه‌ها مزایای بالقوه‌ای

دارویی خود برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، کلسترول خون بالا و سایر اختلالات شناخته شده‌اند^۳. علاوه بر این، این ریزجلبک‌ها، منبع غنی بسیاری از ترکیبات ارزشمند دیگر مانند چندین ماده معدنی و ویتامین هستند.

رایج‌ترین مواد معدنی شناسایی شده پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سلنیوم، آهن و روی هستند. در بین

برای سلامتی دارند.^۵

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد مصرف رنگدانه‌ها پاسخ ایمنی بدن را افزایش داده و در نتیجه خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی مزمن و انواع خاصی از سرطان را کاهش می‌دهد. با این وجود، ریزجلبک‌ها فعالیت‌های دارویی دیگری نیز انجام می‌دهد؛ به‌عنوان مثال، تقویت ایمنی بدن در برابر باکتری‌های بیماری‌زا، قارچ‌ها، ویروس‌های ریپونوکلئیک اسید از جمله آنفولانزا و ویروس کرونا و جلوگیری از بیماری‌های التهابی یا استرس اکسیداتیو سلولی. این ویژگی‌ها این ریزجلبک را به یک ماده جدید جذاب به‌ویژه برای فرمولاسیون لوازم آرایشی سبز و دوستدار محیط زیست تبدیل می‌کند.

علاوه بر آن استفاده از عصاره سیانوباکتری‌ها به‌عنوان «مواد آرایشی مغذی»، نه تنها به پیشگیری از بیماری‌ها و سالم‌تر شدن کمک می‌کند، بلکه زیبایی طبیعی پوست، ناخن و مو را نیز افزایش می‌دهد. با این حال، علی‌رغم نیاز روزافزونی که برای غنی‌سازی لوازم آرایشی با ترکیبات طبیعی وجود دارند، تاکنون مطالعات کمی بر استفاده از سیانوباکتری‌ها در ترکیبات آرایشی بهداشتی انجام شده است بنابراین، در مقاله مروری حاضر کوشش شده است تا به بررسی جامع انتشارات اخیر در مورد کاربردهای آرایشی بهداشتی سیانوباکتری‌ها برای بهبود ظاهر و سلامت پوست پردازیم.^۶

فواید سیانوباکتری‌ها برای فرمولاسیون مراقبت از پوست

بیشترین اقدامات آرایشی که روی سیانوباکتری‌ها انجام شده است روی خواص ضدپیری از جمله خواص مرطوب‌کنندگی، آنتی‌اکسیدانی و روشن‌کنندگی بوده است و در مرحله دوم خواص ضدآکنه و ترمیم زخم، بوده است (جدول ۲).

از جمله مواد فعال استخراج‌شده از ریزجلبک‌ها که

کاربردهای بالقوه‌ای در لوازم آرایشی دارند، پلی‌ساکاریدها هستند که به‌عنوان عوامل تولید ژل و غلیظ‌کننده در فرمول‌های آرایشی مختلف و همچنین برای مرطوب‌کردن (به‌عنوان مثال، جنس کلرلا) استفاده می‌شوند. این واقعیت که برخی از این پلی‌ساکاریدها، به‌ویژه β -1، ۳ - گلوکان، جمع‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد هستند و محرک‌های فعال ایمنی می‌باشند، آن‌ها را کاندیدهای خوبی برای استفاده در لوازم آرایشی مراقبت از پوست، به‌ویژه در جلوگیری از پیری (مرتبط با عوامل محیطی) و اکسیداسیون ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌سازد.^۸ علاوه بر این، با توجه به اینکه بتا - ۱، ۳ - گلوکان حاصل از گیاهان و قارچ‌ها به نظر می‌رسد به‌عنوان یک ضدالتهاب عمل می‌کند، احتمالاً این ترکیب در گلوکان‌های ریزجلبکی نیز وجود دارد که یک زمینه تحقیقاتی جالبی را برای بخش آرایشی و بهداشتی تشکیل می‌دهد.^۹

پوست مجهز به یک سیستم آنتی‌اکسیدانی بسیار پیچیده است که از آسیب اکسیداتیو ناشی از عوامل درونی و بیرونی محافظت می‌کند. با این حال، مخزن آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌تواند به خطر بیفتد. ثابت شده است که آنتی‌اکسیدان‌های موضعی از پوست در برابر استرس اکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد آسیب‌رسان محافظت می‌کنند که به‌طور ذاتی توسط متابولیسم سلولی طبیعی یا از طریق قرار گرفتن در معرض نور اشعه فرابنفش تولید می‌شوند.^{۱۰}

پتانسیل آنتی‌اکسیدانی رنگ‌های تولیدشده توسط ریزجلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها نیز ممکن است ارزش زیادی برای صنعت آرایشی و بهداشتی داشته باشد، زیرا می‌توان از آنها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های آرایشی و همچنین به‌عنوان رنگ‌های طبیعی استفاده کرد. این عمدتاً شامل رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کاروتنوئیدها، به‌عنوان مثال، بتاکاروتن می‌باشد. آستاگزانتین مستخرج هماتوکوکوس پلویالیس (رنگ

جدول دو: ترکیبات زیست‌فعال از میکروجلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها و کاربردهای بالقوه آن‌ها در لوازم آرایشی.^۷

فعالیت‌ها و کاربردهای بالقوه در لوازم آرایشی	ریزجلبک‌ها/سیانوباکتری‌ها	ترکیبات زیست‌فعال
مرطوب‌کننده و غلیظ‌کننده	کلرلا	پلی‌ساکاریدها
آنتی‌اکسیدان	آرتروسیپرا پلاتنسیس	عصاره متانولی اگزوپلی‌ساکاریدها
آنتی‌اکسیدان	اودنتلا اوریتا	کریزولا‌میرین
آنتی‌اکسیدان	پورفیری‌دیوم و رودلا رتیکولاتا	پلی‌ساکاریدهای سولفات‌ه
جمع‌کننده رادیکال‌های آزاد تقویت‌کننده سیستم ایمنی، ضدالتهاب	کلرلا، اسکلتونما، پورفیری‌دیوم، نوستوک تاژکدار	ب - ۱ - ۳ - گلوکان
آنتی‌اکسیدان	دونالیلا سالی‌نا	ب - کاروتن
آنتی‌اکسیدان، محافظ ضدآفتاب	هماتوکوکوس پلویالیس	آستاگزانتین
آنتی‌اکسیدان، رنگدانه برای خط چشم و رژ لب	اسپیرو‌لینا، پورفیری‌دیوم	فیکوسیانوبیلین، فیکواریتروبی‌لین
ضدالتهاب، تقویت سنتز هیالورونان	دونالیلا سالی‌نا	ب - کریتوکسانتین
برای پوشاندن بوهای موجود در دئودورانت‌ها	کلرلا	کلروفیل
لوازم آرایشی و بهداشتی برنزه‌کننده	نانوکلروپسیس سالی‌نا، نانوکلروپسیس چشمی، نانوکلروپسیس گادیتانا	کانتاگزانتین
سایه چشم	پورفیری‌دیوم کروتوم، اسپیرولینا پلاتنسیس	فیکوسیانین
آنتی‌اکسیدان، ضدپیری، ضدآفتاب	آنا‌بینا واژینیکولا	لیکوپن
ضدآفتاب	سیانوباکترهای دریایی	سیتونمین
آنتی‌اکسیدان	دونالیلا ترتیولکتا، تتراسلمیس سئوسیکا	ویتامین E (آلفا - توکوفرول)
حفاظت ایمنی، محافظت در برابر اشعه فرابنفش	هالوموناس طویل، هالوموناس بولیوینسیس، بروی	اکتوئین
محافظت در برابر استرس، عامل مرطوب‌کننده	باکتریوم اپیدرم، کروموهالوباکتر	
ضدپیری	طیف گسترده‌ای از دودمان‌های میکروجلبکی نانوکلروپسیس اقیانوسیکا	فیتوهومون‌ها (اکسین، آبسزیک اسید، سیتوکینین، اتیلن، ژیرلین‌ها)
ضدآفتاب	سیانوباکترها	اسیدهای آمینه شبه‌مایکوسپورین
ترمیم کلان (ضدپیری)	کلرلا ولگاریس	عصاره کلرلا ولگاریس
آنتی‌اکسیدان	فتوداکتیلوم تریکورتوم، کلرلا کسلری	عصاره ریزجلبک‌ها

نمی‌کند و رنگ آن در زیر نور ثابت می‌ماند. آستاگزانتین، قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان طبیعی در نظر گرفته می‌شود از این رو یک تخریب‌کننده بسیار کارآمد رادیکال‌های آزاد است. در متابولیسم انسان، آستاگزانتین هم‌چنین برای محافظت از پوست در برابر اکسیداسیون نوری ناشی از اشعه فرابنفش اهمیت دارد، بنابراین می‌توان از آن در لوازم آرایشی ضدآفتاب طبیعی استفاده کرد.^{۱۲}

بررسی فعالیت کاروتنوئیدها از ریزجلبک‌ها و سیانوباکترها تنوع گسترده‌ای را در ترکیبات فعال

قرمز)، دارای آنتی‌اکسیدانی است که ده برابر قوی‌تر از سایر کاروتنوئیدها (مانند بتاکاروتن، زآگزانتین و غیره) و ۱۰۰ برابر قوی‌تر از آلفا توکوفرول است. فیکوسیانوبیلین‌ها (رنگدانه آبی) و فیکواریتروبی‌لین‌ها از اسپیرولینا و پورفیری‌دیوم که حاوی آنتی‌اکسیدان هستند، می‌توانند در صنعت لوازم آرایشی تزئینی (خط چشم و رژ لب) استفاده شوند.^{۱۱}

فیکوبیلی پروتئین به‌دست‌آمده از پورفیری‌دیوم آئروژنیوم نیز به‌عنوان رنگ در مواد غذایی و آرایشی استفاده می‌شود. این رنگدانه با pH (۴ تا ۵) تغییر

ماده آرایشی ضدفرابنفش آفتاب نیز استفاده شود زیرا فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در سنجش‌های مختلف نشان داده است.^{۱۵}

لیکوپن به خانواده کاروتنوئیدها تعلق دارد و یک آنتی‌اکسیدان کارآمد است که می‌تواند رادیکال‌های آزاد مشتق از اکسیژن را خنثی کند. این ماده به‌عنوان قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان طبیعی بیشتر از توکوفرول، کاروتن و لوتئین و همچنین یک عامل جلوگیری از آفتاب سوختگی در نظر گرفته می‌شود و می‌تواند به‌عنوان یک عامل ضدآفتاب استفاده شود.^{۱۶} امروزه از لیکوپن در فرمولاسیون‌های کرم‌های ضدپیری استفاده می‌شود، بنابراین سیانوباکترها و ریزجلبک‌ها می‌توانند منبع لیکوپن برای مصارف آرایشی باشند.^{۱۷}

ریزجلبک‌ها می‌توانند منابع غنی از ویتامین E باشند. دونالیلا ترتیولکتا و تترا سلیمیس سوئسیسا که به‌طور گسترده در آبرزی پروری به‌عنوان خوراک ماهی و لارو نرم‌تنان استفاده می‌شوند، غلظت نسبتاً بالایی از توکوفرول و ویتامین‌ها را تولید می‌کنند. ویتامین E نیز به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر در نظر گرفته می‌شود و به‌طور گسترده در فرمولاسیون‌های آرایشی استفاده می‌شود.^{۱۸}

در رابطه با مکمل‌های ضدپیری پوست و مواد آرایشی، عصاره‌های کلرلا ولگاریس، مکانیسم‌های ترمیم کلژن را دارند. محققان گزارش کردند که پلی‌ساکاریدهای سولفات‌ها تولید و ترشح‌شده توسط ریزجلبک‌های دریایی، توانایی جلوگیری از تجمع و فعالیت رادیکال‌های آزاد و گونه‌های شیمیایی فعال را دارند.^{۱۹} بنابراین، پلی‌ساکاریدهای سولفات‌ها ممکن است به‌عنوان سیستم‌های محافظتی در برابر این عوامل استرس اکسیداتیو و رادیکال عمل کنند.

پلی‌ساکاریدهای حاصل از پورفیریدیوم و رودلا مشبک فعالیت آنتی‌اکسیدانی وابسته به دوز را نشان می‌دهند. عصاره متانولی ازگروپلی ساکاریدهای جداشده از پلاتنسیس نیز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالایی را

زیستی از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها، محافظت از نور، خواص ضدالتهابی و ضدحساسیت نشان می‌دهد و نتایجی را برای پوست نیز به همراه دارد.

مشاهده شده است که بتاکریپتوکزانترین (یک کاروتن موجود در دونالیلا سالینا، در میان سایر ریزجلبک‌ها)، علاوه بر اینکه یک ضدالتهاب است، قادر به القای سنتز اسید هیالورونیک، یک گلیکوزآمینوگلیکان در آبرسانی پوست نیز است. رنگدانه‌های دیگری نیز از ریزجلبک‌ها قابل استخراج هستند، مانند کلروفیل که به‌راحتی می‌توان استخراج کرد و در لوازم آرایشی، به‌عنوان مثال در دئودورانت‌ها، به دلیل توانایی آنها در پوشاندن بوها و همچنین در خمیردندان‌ها و محصولات بهداشتی استفاده نمود.^{۱۳}

رنگدانه دیگر، کانتاگزانتین است که در قرص‌های برنزه‌کننده تجاری استفاده می‌شود. این رنگدانه عمدتاً از نانوکلوپسیس و گونه نانوکلوپسیس سالینا، نانوکلوپسیس چشمی یا نانوکلوپسیس گادیتانا به‌دست می‌آید. همچنین علاقه به استفاده از برخی رنگدانه‌ها در فرمولاسیون آرایش وجود دارد. فیکوسیانین‌ها که توسط جلبک‌های سبز آبی گرما دوست تولید می‌شوند، می‌توانند برای فرمولاسیون سایه‌های چشم استفاده شوند و رنگ‌های صورتی و بنفش موجود در لوازم آرایشی نیز می‌توانند از رنگ‌های طبیعی استخراج‌شده از ریزجلبک‌های قرمز فرموله شوند.^{۱۴}

سایر ترکیبات زیست‌فعال کمتر شناخته شده هستند مانند بیوپترین گلوکز (یک کروموفور جذب‌کننده اشعه فرابنفش A) که رنگدانه‌ای است که از سیانوباکتری دریایی تولید می‌شود و از پوست در برابر اثرات نامطلوب اشعه فرابنفش A محافظت می‌کند، بنابراین از آن در فرمولاسیون محصولات آرایشی ضدآفتاب استفاده می‌گردد. علاوه بر این، سیتونمینیک کاروتنوئید تولیدشده توسط سیانوباکترهای دریایی است که می‌تواند به‌عنوان یک

نشان می‌دهند. علاوه بر این، گلوکان کریزولامیناریناز ریزجلبک اودونتلا اوریتا، استخراج می‌شود که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است.^{۲۰} اکتوئین (۱،۴،۵،۶) - تتراهیدرو - ۲ - متیل - ۴ - پیریمیدین کربو زایللیک اسید) یکی از رایج‌ترین املاح اسمزی در حوزه باکتری است. اکتوئین مزایای آرایشی متعددی مانند محافظت از سیستم ایمنی، محافظت از سلول، محافظت در برابر اشعه فرابنفش و محافظت از غشا و هم‌چنین یک عامل محافظ استرس دارد.^{۲۱}

مطالعات نشان داده است که این ترکیب با اثرات پیری پوست ناشی از اشعه فرابنفش A مقابله می‌کند بنابراین، به‌عنوان یک افزودنی آرایشی پوستی در مرطوب‌کننده‌ها برای مراقبت از پوست پیر، خشک یا تحریک‌شده استفاده می‌شود. اکتوئینرا می‌توان در باکتری‌های هالوفیل مانند هالوموناس ایلونگیست، هالوموناس بولیوینسیس بروی باکتریوم اپیدرم، کروموهالوباکتر ایسرائلنسیس یا کروموهالوباکترهای اکسیژن‌ها یافت از این رو، باکتری‌های هالوفیل می‌توانند منبعی از اجزای محصولات مراقبت از پوست نیز باشند.^{۲۲}

یکی دیگر از زمینه‌های مورد تحقیق، تولید هورمون‌های گیاهی است؛ زیرا نشان داده شده است که جنس‌های مختلف سیانوباکتری‌ها و جلبک‌ها گروه متنوعی از هورمون‌های گیاهی را که در رشد و نمو گیاهان دخیل هستند، انباشته و آزاد می‌کنند. فیتوهورمون‌ها، از جمله اکسین، اسید آبسزیک، سیتوکینین، اتیلن و ژبیرلین‌ها در طیف وسیعی از ریزجلبک‌ها یافت شده‌اند و می‌توانند در مقابله با علائم پیری پوست نقش داشته باشند که آینده‌ای امیدوارکننده در لوازم آرایشی مراقبت از پوست است. هم‌چنین آمینو اسیدهای مشابه میکوسپورین مستخرج از سیانوباکتری‌ها در کرم‌های ضدآفتاب و سایر ترکیبات محافظ مانند سیتونمین (دایمر زیرواحدهای ایندولیک و فنولیک)، قادر به کاهش خطر آسیب ناشی از نور

اشعه فرابنفش هستند.^{۲۳}

نمونه‌های دیگر شامل محصولاتی از عصاره‌های ریزجلبک دریایی نانوکلوپسیس چشمی است که به دلیل اثرات سفت‌کنندگی به بازار عرضه شده‌اند. علاوه بر این، عصاره جلبک D سالیئا، رشد و تکثیر سلول‌های پوست را تحریک می‌کند. محصول دیگری که از جلبک قرمز بنفش پورفیریدیوم کرونوم استخراج می‌شود، منجر به بهبود پوست آسیب‌دیده می‌شود. علاوه بر این، این محصول برای یکنواختی و درخشندگی چهره، تقویت عروق، تونیک بدن، پوست حساس و ضدقرمزی نیز مفید است. علاوه بر این، عصاره غنی از پروتئین از آرتروسپیرا نیز علائم پیری پوست را ترمیم می‌کند و اثر سفت‌کننده دارد. آگزوپلی ساکاریدهای تولیدشده توسط میکروجلبک‌های جنس پاراکلرلا، برای بهبود سلامت و ظاهر پوست و مو نیز بسیار مفید گزارش گردیدند (جدول ۳).^{۲۴}

پایگاه مواد آرایشی - https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/cosmetic-s/cosmetic-ingredient-database_en شامل بیش از ۱۲۰ نمونه از مواد تشکیل دهنده آرایشی بهداشتی است که چند نمونه از آنها در جدول ۴ موجود است.

مرطوب‌کننده

پیری پوست فرآیند پیچیده‌ای است که هم به استعداد ژنتیکی و هم به عوامل خارجی بستگی دارد و باعث آسیب عملکردی و ساختاری پوست می‌شود. مولکول‌های آب نقش اساسی در حفظ ساختار پوست دارند؛ در واقع، آب به پروتئین‌های پوستی مانند کلاژن متصل می‌شود و ضخامت بافت را افزایش می‌دهد بنابراین، پوست پیر از نظر میزان آب محدود بسیار ضعیف است و دارای شبکه آبرسانی ضعیفی است که باعث می‌شود پوست کمتر و کمتر درخشنده و سفت به نظر برسد. به‌طور معمول، اشعه فرابنفش، آلودگی، رژیم غذایی نامناسب و سبک زندگی ناسالم از عوامل اصلی پیری پوست و در نتیجه از دست دادن رطوبت

جدول ۳: گزیده‌ای از مطالعات اخیر در مورد مزایای مراقبت از پوست با استفاده از سیانوباکتری‌ها^{۲۵}.

۲۰۱۵	اسپیرولینا در فرمولاسیون ترکیبات آرایشی	فواید آبرسانی و کنترل چربی، اثرات ضدپیری	
۲۰۱۸	عصاره‌های تخمیرشده اسپیرولینا برای مراقبت از پوست	تخمیر آنزیمی کارایی اسپیرولینا را در القای هیدراتاسیون پوست و فعالیت‌های محافظت‌اسمزی افزایش داد	(۱) ضدپیری و مرطوب‌کننده
۲۰۰۶/۲۰۱۸	اثر پوستی عصاره پپتیدی اسپیرولینا	تحریک تکثیر فیبروبلاست و سنتز گلیکوزآمینوگلیکان‌ها و کلاژن، مزایای ضدپیری	
۲۰۱۲	فرمول ضدآفتاب با جلبک اسپیرولینا به‌عنوان مواد فعال	اثر هم‌افزایی استفاده همزمان از فیلترهای یووی و اسپیرولینا، افزایش محافظت و ظاهر پوست	(۲) ضدپیری و آنتی‌اکسیدان
۲۰۱۷	اسپیرولینا به‌عنوان آنتی‌اکسیدان برای فرمولاسیون ضدآفتاب	فواید بر سلامت درم و خاصیت ارتجاعی پوست، کاهش هایپرپیگمانتاسیون پوست، محافظت در برابر پیری نور و مهار آسیب ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن به درم	
۲۰۱۱	اثر فیکوسیاینین مشتق از اسپیرولینا	بهترین نتیجه با ۰/۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر فیکوسیاینین حاصل شد	(۳) ضدپیری و روشن‌کننده
۲۰۱۸	اسپیرولینا برای سفیدکردن پوست	درمان اختلالات رنگدانه‌ای و فعالیت بالا در جهت مهار تیروزیناز	
۲۰۱۱	ترمیم زخم توسط عصاره اسپیرولینا	بهبود قابل‌توجهی در فعالیت ترمیم زخم	
۲۰۱۷	بهبود زخم و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اسپیرولینا موجود در کرم پوست	تکثیر سلولی و ایمنی با اختلاط عصاره جلبک خام در فرمول افزایش یافت. اسپیرولینا هیچ اثر ژنوتوکسیک بر سلول‌های خون انسان نداشت	(۴) بهبود زخم
۲۰۱۸	فرمولاسیون پماد ضدآکنه مشتق از اسپیرولینا	کاربرد موضعی پماد غنی از فایکوسیاینین در درمان آکنه در برابر پروپیونی باکتریوم آکنه	
۲۰۱۹	ارزیابی آزمایشگاهی ماسک صورت حاوی عصاره و زیست توده اسپیرولینا پلاتنسیس و فعالیت ضدباکتریایی آن	ماسک صورت قادر به مهار باکتریوم آکنه با قطر ناحیه بازدارندگی ۱۰±۰/۴ میلی‌متر بود، فعالیت ضدباکتریایی به‌دلیل وجود آلکالوئیدها، استروئیدها، ساپونین‌ها و فنل در عصاره اسپیرولینا بود	(۵) ضدآکنه

و ضدپیری و کنترل چربی عمل می‌کند. تیم تحقیقاتی یک کرم ژل تهیه کردند که با ترکیبات زیر فرموله شده بود: الکل‌های چرب، آکریلول دی‌متیل‌تورات آمونیوم، کوپلیمر NP و متیل فنیل پلی‌سیلوکسان، فنوکسی اتانول و پارابن و آب مقطر و دیونیزه. این فرمول از یک طرف حاوی کرم ژل مکمل حاوی ۰/۱ درصد (وزنی/وزنی) عصاره خشک اسپیرولینا و از طرف دیگر کرم ژل بدون عصاره اسپیرولینا بود. هر دوی آنها دو بار در روز بر روی ناحیه صورت شرکت‌کنندگان اعمال شد.

به‌طور خاص، ۴۰ شرکت‌کننده زن سالم، بین ۱۸ تا ۳۹ سال (گروه جوان) و ۴۰ تا ۶۵ سال (گروه بالغ)، در مطالعه بالینی شرکت کردند. هر دو گروه به دو زیر گروه که هر کدام از ده نفر تشکیل شده بودند تقسیم

هستند^{۲۷}. در حال حاضر، افزایش امید به زندگی و علاقه روزافزون به ظاهری جوان، بازار لوازم آرایشی را به سمت فرمولاسیون محصولات ضدپیری با اثرات مرطوب‌کنندگی و کاهش چین و چروک سوق داده است. با توجه به اینکه شرکت‌های زیبایی نیز در جست‌وجوی مواد اولیه پایدار و مواد فعال هستند، مطالعات بر روی اثرات ضدپیری سیانوباکتری‌ها در سال‌های اخیر توجه زیادی را برانگیخته است.

در این زمینه، محققان برای اولین بار استفاده از اسپیرولینا به‌عنوان یک ماده ابتکاری برای محصولات آرایشی و بهداشتی استفاده کردند. آنها نشان دادند که چگونه ریزجلبک ساختار اپیدرم را بهبود می‌بخشد و به‌عنوان یک تقویت‌کننده هیدراتاسیون با نتایج مثبت بر عملکرد سد پوست، به‌ویژه برای محافظت از پوست

جدول ۴: نام‌گذاری بین‌المللی مواد آرایشی و شرح آن‌ها^{۲۶}.

نام‌گذاری بین‌المللی مواد آرایشی	تعریف
اگزوپلی ساکاریدهای جلبکی	اگزوپلی ساکاریدهای جلبکی، اگزوپلی ساکاریدهایی هستند که از تخمیر گونه‌های مختلف ریزجلبک‌های بخش‌های رودوفیتا و کلروفیتا آزاد می‌شوند.
پاراکلورلا بیجریکنی اگزوپلی ساکاریدها	اگزوپلی ساکاریدهای پاراکلورلا بیجریکنی، اگزوپلی ساکاریدهایی هستند که از طریق تخمیر ریزجلبک پاراکلورلا بیجریکنی تولید می‌شوند.
پودر ساکروم آفانوتک	آناکاردویل تریپتید محصولی است که از واکنش اسید آناکاردیک و تری‌پتید و ریزجلبک‌های تیره سیانوباکتریاسه به‌دست می‌آید.
عصاره آرتروسیپرا	عصاره آرتروسیپرا عصاره سیانوباکتریوم آرتروسیپرا ماکسیما است.
محیط کشت کشت آرتروسیپرا پلتنسیس	محیط کشت آرتروسیپرا پلتنسیس، محیطی است که از کشت آرتروسیپرا پلتنسیس پس از چند روز رشد، به‌دست می‌آید.
سیانوباکتریوم آپونیوم تخمیر	تخمیر سیانوباکتریوم آپونیوم محصولی است که از تخمیر سیانوباکتریوم آپونیوم به‌دست می‌آید.
عصاره ادونتلا اریتا	ادونتلا اریتا عصاره فیتوپلانکتون ادونتلا اریتا است که از تیره باسیلاریوفیسه به‌دست می‌آید.
روغن ادونتلا اریتا	روغن ادونتلا اریتا روغنی است که از فیتوپلانکتون ادونتلا اریتا از تیره باسیلاریوفیسه به‌دست می‌آید.
عصاره پلانکتون	عصاره پلانکتون عصاره‌ای است که از پلانکتون‌های دریایی به‌دست می‌آید.
عصاره تتراسیمیس سوسیکا	عصاره‌ای است که از تتراسیمیس سوسیکا به‌دست می‌آید.
عصاره کلرلا الیپسویدا	عصاره کلرلا الیپسویدا از جلبک کلرلا الیپسویدا و تیره کلرولاسه به‌دست می‌آید.
کالوس کلرلا ولگاریس	عصاره کالوس کلرلا ولگاریس عصاره کشت کالوس جلبک، کلرلا ولگاریس، کلرلاسه است.
عصاره فورمیدیوم آنسیناتوم	عصاره فورمیدیوم آنسیناتوم عصاره جلبک فورمیدیوم آنسیناتوم است
تخمیر فرمیدیوم	تخمیر فرمیدیوم محصولی است که از طریق تخمیر توسط میکروارگانیسم فرمیدیوم به دست می‌آید.
عصاره آفانیزومنون فلوس آکوا	عصاره آفانیزومنون فلوس آکوا، عصاره جلبک عصاره آفانیزومنون فلوس آکوا از تیره نوستوکاسه است.
عصاره نوستوک فلاجیلیفورمه	عصاره نوستوک فلاجیلیفورمه، عصاره حاصل از سیانوباکتری نوستوک فلاجیلیفورمه از تیره نوستوکاسه است.
عصاره دونالیلا برداویل	عصاره دونالیلا برداویل عصاره جلبک، دونالیلا برداویل، دونالیلاسه است.
عصاره دونالیلا سالینا/هماتو کوکوس پلویالیس	عصاره دونالیلا سالینا/هماتو کوکوس پلویالیس جلبک، دونالیلا سالینا و هامتو کوکوس پلویالیس است.
عصاره پورفیریوم کروتوم	عصاره پورفیریوم کروتوم عصاره جلبک، پورفیریوم کروتوم، پورفیریداسه است.
پودر نانو کلروپسیس اکولاتا	پودر نانو کلروپسیس اکولاتا، پودری است که از جلبک خشک و آسیاب‌شده نانو کلروپسیس اکولاتا به‌دست می‌آید.
عصاره اسکلتونما کوستاتوم	عصاره اسکلتونما کوستاتوم عصاره اسکلتونما کوستاتوم است.
عصاره رودلا ویلاسه	عصاره رودلا ویلاسه عصاره جلبک رودلا ویلاسه، رودلاسه است.

عصاره اسپیرولینا برای بهبود ویژگی هیدرولپیدی، بازسازی بافت پوست و در نتیجه محافظت و مرطوب کردن پوست ضروری است^{۲۸،۲۹}.

یکی از جنبه‌های مهم مرتبط با پیری پوست، کاهش پپتیدها در ماتریکس خارج سلولی درم است. پپتیدها زنجیره کوتاهی از باقیمانده‌های اسید آمینه هستند که در چندین فرآیند فیزیولوژیکی مانند التهاب، پاسخ ایمنی و بازسازی پوست نقش دارند و سنتز پروتئین‌های ساختاری (کلاژن و الاستین) را تحریک می‌کنند. به همین دلیل، محصولات آرایشی و بهداشتی که سرشار از پپتید هستند ممکن است از

شدند: گروه اول از فرمول حاوی عصاره اسپیرولینا و گروه دوم از کرم ژل بدون عصاره اسپیرولینا استفاده کردند. برای مقایسه، داده‌ها قبل یا بعد از استفاده از کرم (در مجموع ۲۸ روز) جمع‌آوری شد در نتیجه این مطالعه، اسیدهای چرب اسپیرولینا مانند آلفا و گاما لینولنیک اسید ظاهر چرب پوست را بهبود بخشید. پلی ساکاریدهای موجود در عصاره ریزجلبک، فرآیند تقسیم سلولی را تحریک کرده و به فرآیندهای کراتینه‌شدن کمک می‌کنند. ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین‌های موجود در جلبک ممکن است در بهبود پوست و هیدراتاسیون بیشتر کمک کنند بنابراین،

اشعه فرابنفش را کاهش می‌دهند. رنگدانه‌زایی در داخل ملانوسیت‌ها آغاز می‌شود. در این میان، تیروزیناز نقش مهمی در کنترل تولید ملانین و سپس رنگ‌آمیزی مو، پوست و چشم دارد. مجموعه‌ای از واکنش‌های آبشاری خودبه‌خود منجر به ایجاد پلیمر رنگدانه‌ای به‌نام ملانین می‌شود. هم‌اخذ دست‌دادن غیرطبیعی و هم تولید بیش از حد ملانین ممکن است باعث ایجاد اختلالات جدی پوستی و زیبایی شناختی در انسان شود. مطمئن‌ترین راهبرد برای درمان چنین اختلالات رنگدانه‌ای، تاکنون استفاده از مهارکننده‌های تیروزیناز است.

در دهه‌های اخیر، تعداد زیادی مهارکننده طبیعی و مصنوعی برای تولید داروهای هیپوپیگمانتاسیون، عوامل ضدقهوه‌ای و لوازم آرایشی سفیدکننده پوست پیشنهاد شده‌اند. آربوتین، کوجیک اسید و هیدروکینون از جمله بهترین مهارکننده‌های شناخته‌شده هستند، اگرچه استفاده از آنها در حال حاضر به دلیل برخی عوارض جانبی، از جمله تحریک و آلرژی، محدود است. درواقع، هیدروکینون در محصولات آرایشی و بهداشتی نیز توسط اتحادیه اروپا و سازمان غذا و دارو ممنوع است در نتیجه، استفاده از اسپیرولینا به‌عنوان یک مهارکننده تیروزیناز ایمن ممکن است کاربرد بالقوه زیادی در این زمینه داشته باشد.

اثر اسپیرولینا بر رنگدانه‌های پوست به‌طور مفصل توسط محققان مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها نشان دادند که این ریزجلبک پتانسیل زیادی برای مهار تیروزیناز دارد و ممکن است برای تولید لوازم آرایشی سفیدکننده پوست، کاملاً مؤثر و بی‌خطر، استفاده شود. یکی دیگر از اجزای مهمی که می‌تواند مسئول این اثرات آنتی‌اکسیدانی باشد، فیکوسیانین C است و می‌تواند بیان تیروزیناز را در سطوح رونویسی و پس از رونویسی تعدیل می‌کند^{۳۳-۳۵}.

بهبود زخم

بروز چین و چروک و علائم پیری جلوگیری کنند. مانند اکثر سیانوباکتری‌ها، اسپیرولینا حاوی چندین ترکیب فعال زیستی، به‌ویژه پروتئین (۰.۶۲-۰.۵۳٪) است. تعداد زیادی از پپتیدها از عصاره اسپیرولینا غربالگری، تکه‌تکه و خالص شده‌اند و در لوازم دارویی و آرایشی استفاده می‌شوند^{۳۰}.

آنتی‌اکسیدان

پتانسیل آنتی‌اکسیدانی سیانوباکتری‌های تولیدکننده رنگ آبی در آرایشی بسیار مورد توجه است. رنگدانه‌ها را می‌توان به‌عنوان رنگ‌های طبیعی در محصولات آرایشی مانند خط چشم و رژ لب و به‌عنوان عوامل آنتی‌اکسیدانی که در برابر اشعه فرابنفش محافظت می‌کنند استفاده کرد. درواقع، اسپیرولینا حاوی مقدار زیادی رنگدانه فتوسنتزی مانند کلروفیل و به‌ویژه فیکوسیانین است که رنگ سبز - آبی را در فرمول‌های آرایشی موجب می‌شود. محققان فرمول ضدآفتاب پایدار و مؤثری حاوی مخلوطی از فیلترهای اشعه فرابنفش و آنتی‌اکسیدان‌های حاصل از عصاره سیانوباکتری‌ها را ارائه دادند. به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان، اسپیرولینا می‌تواند هیپوپیگمانتاسیون پوست را کاهش دهد و با مهار آسیب ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال به‌درم از پوست در برابر آسیب‌های ناشی از نور خورشید محافظت کند. تجزیه و تحلیل بصری و رئولوژیکی نشان داد که فرمولاسیون ضدآفتاب در طول دوره مطالعه پایدار بود و به‌طور قابل توجهی سلامت درم و کشسانی پوست را پس از ۸۴ روز از درمان بهبود می‌بخشد^{۳۱،۳۲}.

روشن‌کننده

هایپوپیگمانتاسیون پوست یک مسئله بسیار مهم در زیبایی است که نگرانی فزاینده‌ای را در بازار لوازم آرایشی فعلی ایجاد می‌کند. در حال حاضر، محصولات سفیدکننده در مراقبت از پوست، نقش اساسی دارند، زیرا لکه‌های پوستی ناشی از قرارگرفتن در معرض

بهبود زخم یک فرآیند پیچیده است که شامل بهبود سیستم التهابی، سنتز پروتئین‌های ساختاری، مهاجرت و تکثیر سلول‌های پارانشیمی و بافت همبند است. گاهی بیماری‌های مزمن یا عفونت‌های باکتریایی ممکن است روند بهبودی را تضعیف کنند.^{۳۶}

محققان از سیانوباکتری‌ها، به دلیل داشتن فلاونوئیدها و تری‌ترپنوئیدها که به عنوان عوامل قابض و ضد میکروبی عمل می‌کنند، در بهبود زخم استفاده کردند. اثر ترمیم زخم عصاره‌های خشک اسپیرولینا به دست آمده در پترولیوم اثر، کلروفورم و متانول بر روی موش‌های صحرایی مورد آزمایش قرار گرفت و به مدت ۱۶ روز تحت نظارت قرار گرفت. نتایج بهبود قابل توجهی در فعالیت ترمیم زخم با سه عصاره فوق‌الذکر نشان داد.

بهترین نتیجه در پماد با عصاره مبتنی بر اثر نفت با ۱۰ درصد وزنی به دست آمد. محققان دیگر تأثیر عصاره خام اسپیرولینا و فیکوسیانیین جدا شده از عصاره خام اسپیرولینا بر روی کشت کراتینوسیت انسانی با استفاده از مدل‌های آزمایش‌های بالینی و آزمایشگاهی در بهبود زخم مورد مطالعه قرار دادند. آنها مشاهده کردند که عصاره اسپیرولینا بهترین تحریک رشد را در دوز ۳۳/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر از درمان نشان داد که فعالیت سلولی را بین ۱۰۰ تا ۲۷۰ درصد پس از ۷۲ ساعت اعلام کرد.

زنده ماندن سلولی نیز با فیکوسیانیین بهبود یافت و حتی تا ۲۱۳ درصد اندازه‌گیری شد. فعالیت سلولی و تفاوت تکثیر بین عصاره اسپیرولینا و فیکوسیانیین در محدوده دوزهای مورد بررسی تفاوت معناداری نداشت. به طور کلی، به نظر می‌رسد فعالیت‌های تکثیر و تحریک رشد عصاره اسپیرولینا به طور مستقیم با حضور فیکوسیانیین و کاروتنوئیدها مرتبط است که به طور هم‌افزایی به بهبود زخم و بازسازی بافت کمک می‌کند. کرم‌های پوستی طبیعی غنی شده با عصاره بیواکتیو اسپیرولینا، اثرات قابل توجهی بر تکثیر و مهاجرت

سلول‌های فیبروبلاست نشان دادند. فیبروبلاست‌ها سلول‌های مزانشیمی هستند که با ترشح ماتریکس خارج سلولی، حفظ بافت را ممکن می‌کنند و مسئول التهاب و تشکیل اسکار در طول فرآیند بهبود زخم هستند. یک کرم مراقبت از پوست، که حاوی ۱/۱۲۵ درصد عصاره اسپیرولینا است، با افزایش ایمنی واکنش پذیری کلاژن نوع ۱، بیشترین اثر تکثیری را روی سلول‌های پوست را دارد.^{۳۷ و ۳۸}

آزمایش میکرونوکلئوس، که آسیب اسید نوکلئیک را نشان می‌دهد، نشان داد که کرم مبتنی بر اسپیرولینا هیچ اثر ژنوتوکسیک روی سلول‌های خون محیطی انسان ندارد. علاوه بر این، اسپیرولینا هم‌چنین خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی را به دلیل فعالیت سوپراکسید دیسموتاز دارد. همه این ویژگی‌ها باعث می‌شوند که ریز جلبلک سبز آبی برای کاربردهای زیست‌پزشکی و زیبایی، به ویژه برای پانسمان زخم و همچنین آفتاب‌سوختگی، اریتم و پیری نوری مناسب باشد. اسپیرولینا با بهبود مکانیسم آنتی‌اکسیدانی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن به بازسازی زخم‌ها و افزایش بازسازی پوست کمک می‌کند.^{۳۹ و ۴۰}

برای حل مسئله مشکل آب‌گریزی اسپیرولینا، آلزینات به دلیل آب‌دوستی و قابلیت جذب بالا در مرحله بعدی اضافه شد. آلزینات ساختار آبدوست دارد که از اسید آلفا - L - گولورونیک و اسید بتا - D - مانورونیک تشکیل شده است که می‌تواند مقادیر زیادی آب را در خود جای دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره اسپیرولینای حاوی آلجینات به طور مؤثر بازسازی بافت را در مدل موش تسریع می‌کند. هنگامی که این چسب روی زخم‌های حیوان اعمال شد، ماتریس‌های خارج سلولی سریعتر از آن‌هایی که با برچسب‌های بدون اسپیرولینا درمان شده بودند، بازسازی شدند. آلزینات منجر به حفظ رطوبت و افزایش چسبندگی در ریشه‌های اسپیرولینا می‌شود و در نهایت باعث تسریع بازسازی پوست زخمی در مدل

جدول ۵: ترکیب، ویژگی و فعالیت ماسک صورت ضد آکنه^{۴۵}.

پارامترها	نوع ماسک صورت
	متیل پارابن (۰/۰۱ گرم)
	هیدروکسی پروپیل (۰/۲ گرم)
	گلیسرین (۰/۲۵ گرم)
اجزای تشکیل دهنده	پلی‌ونیل الکل (۰/۶ گرم)
	آب مقطر (۱۰۰ گرم)
	عصاره اسپیرولینا (۰/۲۵ گرم)
	بیومس اسپیرولینا (۰/۷۵ گرم)
	رنگ: سبز و نیمه جامد
ارگانولپتیک (بررسی‌های حسی) و اسکوزیت	Cp ۷۳۰۶/۷±۹/۲
pH	۶
پراکنش و گسترش‌پذیری	۱/۱ سانتی‌متر
فعالیت آنتی‌باکتریال	ممانعت مثبت در مقابل کوتی باکتریوم آکنه

مؤثر و ایمن هستند. در سال‌های اخیر مزایای مراقبت از پوست با استفاده از سیانوباکتری‌ها و عصاره‌های آن‌ها بسیار مورد بررسی قرار گرفته است. سیانوباکتری‌ها، حاوی مجموعه‌ای از اجزای هم‌افزایی مانند پپتیدها، اسیدهای چرب اشباع‌نشده چندگانه، ویتامین‌ها، مواد معدنی و مواد مغذی گیاهی آنتی‌اکسیدانی هستند.

با اینکه عصاره حاصل از سیانوباکتری‌ها و محصولات مراقبت از پوست مبتنی بر ریزجلبک‌ها در بازار موجود است، انتظار می‌رود این روند در سال‌های آینده رشد بیشتری داشته باشد؛ چراکه طیف وسیعی از ویژگی‌ها از جمله آنتی‌اکسیدان، احیاکننده، بازسازی‌کننده، مرطوب‌کننده، محافظت در کنار پاک‌کننده و درخشان‌کننده را برای مو و پوست دارند بنابراین، این محصولات ممکن است به صورت موضعی به عنوان عوامل ضدچروک، ضدپیری و ضدآکنه استفاده شوند. به همین دلیل است که عصاره حاصل از سیانوباکتری‌ها می‌تواند در فرمولاسیون‌های محصولات مراقبت از پوست، درمان اختلالات رنگدانه پوست و بهبود زخم مورد استفاده قرار گیرد.

ضد آکنه

آکنه یک اختلال اپیدرمی است که با ترشح بیش از حد سبوم در فولیکول‌های تغییر شکل یافته مرتبط است که به التهاب و تشکیل کومدون‌ها منجر می‌شود. کوتی‌باکتریوم آکنه بی‌هوازی در فرآیند التهاب نقش دارد، زیرا در محیط چربی، تکثیر می‌شوند و گونه‌های اکسیژن فعال و ترکیبات پیش‌التهابی را تولید می‌کنند. پوست‌های آکنه‌دار دارای اسید لینولئیک کم هستند بنابراین، عملکرد پوست را به خطر می‌اندازند. آکنه، بیشتر افراد را در دوران نوجوانی تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است منجر به کمبود اعتماد به نفس و در نتیجه شرمندگی بدن شود.

از آنجایی که باکتری‌های مولد آکنه عوارض جانبی و مقاومت فزاینده‌ای نسبت به داروهای مصنوعی مانند تتراسایمیدرول نشان می‌دهند، بسیاری از روش‌های جایگزین در دهه‌های گذشته مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این میان، کاربردهای موضعی فرمول‌های آرایشی حاوی مواد گیاهی به‌عنوان مواد مؤثره ایمن، مناسب‌تر است. در حال حاضر، بازار لوازم آرایشی به شدت علاقه‌مند به فرمولاسیون محصولات ضد آکنه با تمرکز ویژه بر مواد فعال طبیعی است. با این هدف محققان، یک فرمول ضد آکنه موضعی با استفاده از عصاره اسپیرولینا غنی از پروتئین فیکوسیانین ارائه دادند. اسپیرولینا مورد استفاده در این مطالعه به‌طور خاص برای افزایش مقدار فیکوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ترکیبات فنلی رشد داده شد تا خواص ضدالتهابی و ضدباکتریایی آن افزایش یابد بنابراین، اسپیرولینا به‌عنوان یک ماده آرایشی طبیعی امیدوارکننده با فعالیت ضدباکتریایی بالا در برابر پاتوژن‌های آکنه نشان داده شده است (جدول ۵) (۴۳ و ۴۴).

از این مطالعه نتیجه می‌گیریم که سیانوباکتری‌ها، حاوی ترکیبات فعال زیستی برای تولید لوازم آرایشی

References

1. Vieira M, Pastrana L, Fuciños P. Microalgae encapsulation systems for Food, pharmaceutical and cosmetics applications marine drugs 2020; 18: 644.
2. Santhosh A, Sravani A, Reshma V, Santhi P, Surya P, Rama R. Formulation and evaluation of herbal acne gel, world journal of pharmaceutical research 2015; 4: 2324-330.
3. Rafferty D.W, Dupin L, Zellia J, Giovannitti-Jensen A. Predicting lipstick sensory properties with laboratory tests, International Journal of Cosmetic Science 2018; 40: 451-60.
4. Morocho-Jácome AL, Ruscinc N, Martinez RM, et al. (Bio) Technological aspects of microalgae pigments for cosmetics. Appl Microbiol Biotechnol 2020; 104: 9513-522.
5. Ragusa I, Nardone GN, Zanatta S, et al. Spirulina for skin care: a bright blue future. Cosmetics 2021; 8: 7.
6. Suksaeree J, Chuchote C. Formulation and characterization of topical anti-acne spot gel containing herbal extracts. InMATEC Web of Conferences 2018.
7. Ingle A, Meshram MB. Formulation and evaluation of ayurvedic face wash. Int J Phytopharm 2018.
8. Rasheed A, Avinash Kumar Reddy G, Mohanalakshmi S, et al. Formulation and comparative evaluation of poly herbal anti-acne face wash gels. Pharm Biol 2011; 49: 771-74.
9. Juma'at N, Rahmat NA, Hamidi SA, et al. The production and stability evaluation of natural lipstick, Multidisciplinary Applied Research and Innovation 2021; 2: 220-25.
10. Le Révérend BJ, Taylor MS, Norton IT. Design and application of water-in-oil emulsions for use in lipstick formulations. Int J Cosmet Sci 2011; 33: 263-68.
11. Poomanee W, Kongin K, Sripitorn K, et al. Application of factorial experimental design for optimization and development of color lipstick containing antioxidant-rich Sacha inchi oil. Pak J Pharm Sci 2021; 34: 1437-444.
12. Chandravanshi JS, Rawat A, Ganesh N. Formulation of Hand Sanitizers from Herbs: A. 2020; 9: 2319-7064.
13. Yadav N, Maury SH, Yadav P, et al. Formulation and development of face wash, journal of emerging technologies and innovative research 2021; 8: 2349-5162.
14. Panda S, Dalapati N, Kar PK. Preparation and evaluation of Herbal Lipstick. Environment, Journal of Pharmaceutical Advanced Research 2018; 1: 117-19.
15. Setyawaty, R. and Pratama, M.R. The usage of Jati Leaves Extract (*Tectona grandis* L.f) As color of lipstick. Majalah Obat Tradisional 2018, 23:16.
16. Ariede MB, Candido TM, Jacome AL, et al. Cosmetic attributes of algae-A review. Algal Res 2017; 25: 483-87.
17. Kusuma SA, Abdassah M, Valas BE. Formulation and evaluation of anti acne gel containing citrus aurantifolia fruit juice using carbopol as gelling agent. Int J Appl Pharm 2018: 147-52.
18. Acharya SB, Ghosh S, Yadav G, et al. Formulation, evaluation and antibacterial efficiency of water-based herbal hand sanitizer gel, Journal of the the preprint server for biology 2018: 373928.
19. Joshi S, Kumari R, Upasani VN. Applications of algae in cosmetics: an overview. Int J Innov Res Sci Eng Technol 2018; 7: 1269.

20. Shah MA, Natarajan SB, Gousuddin M. Formulation, evaluation, and antibacterial efficiency of herbal hand wash Gel. *Int J Pharm Sci* 2014; 25: 120-24.
21. Afsar Z, Khanam S. Formulation and evaluation of poly herbal soap and hand sanitizer. *Int Res J Pharm* 2016; 7: 54-7.
22. Pratiwi C, Indrawati T, Djamil R. Formulasi Sediaan Lipstik Dengan menggunakan Kombinasi Pewarna Alami Kulit Buah Jamblang (*Syzigiumcumini* L) Dan VCO. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia* 2021; 8:17-22.
23. Nowruzi B. A review of sunscreens and moisturizers compounds drived from cyanobacteria, *Journal of dermatology and cosmetic year* 2022; 119-32.
24. Sindhu RK, Chitkara M, Kaur G, et al. Formulation development and antimicrobial evaluation of polyherbal soap. *Plant Arch* 2019; 19: 1342-346.
25. Ali MN, Guesmi N, Ali S, et al. Evaluation of laboratory formulated hand sanitizing gel in riyadh municipality central area labs. *Saudi J. Med. Pharm. Sci* 2020; 6: 548-58.
26. Guerra E, Alvarez-Rivera G, Llompert M, et al. Simultaneous determination of preservatives and synthetic dyes in cosmetics by single-step vortex extraction and clean-up followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry 2018; 188:251-58.
27. Beri A, Pichot R, Norton IT. Physical and material properties of an emulsion-based lipstick produced via a continuous process. *Int J Cosmet Sci* 2014; 36: 148-58.
28. Derikvand P, Llewellyn CA, Purton S. Cyanobacterial metabolites as a source of sunscreens and moisturizers: A comparison with current synthetic compounds. *Eur J Phycol* 2017; 52: 43-56.
29. Setyawaty R, Pratama MR. The usage of jati leaves extract (*Tectona grandis* Lf) as color of lipstick. *Maj Obat Tradis* 2018; 23: 16-22.
30. Kameswararao K, karun Kumar T, Malleswari K, et al. Formulation and evaluation of poly herbal anti acne face wash. *Int J Pharma Bio Sci* 2019:2394-5826.
31. Singh HP, Samnhotra N, Gullaiya S, et al. Anti-acne synergistic herbal face wash gel: formulation, evaluation and stability studies. *World J Pharm Res* 2015; 4: 1261-273.
32. Chaudhari NP, Chaudhari NU, Chaudhari HA, et al. A review on herbal lipstick from different natural colouring pigment. *Indian J Drugs* 2018; 6: 174-79.
33. Mourelle ML, Gómez CP, Legido JL. The potential use of marine microalgae and cyanobacteria in cosmetics and thalassotherapy. *Cosmetics* 2017; 4: 46.
34. Nowruzi B. A review of bioactive compounds of cyanobacteria and microalgae as cosmetically useful supplements. *J Dermatol Cosmet* 2022; 12: 256-69.
35. Kamble M, Selwate T, Dhabarde D, et al. Formulation and evaluation of anti-acne face wash gel using guava seed extract. *J drug deliv ther* 2019; 9: 5-7.
36. Berthon JY, Nachat-Kappes R, Bey M, et al. Extraction of *Andrographis paniculata* as material for developing soap and sanitizer. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2021; 51: 555-67.
37. Pan S, Sivanathan S, Kiepe G, et al. Candidate formulations for a sustainable lipstick supplemented with Vitamin D3: effects of wax type and concentration on material properties. *Ind Eng Chem Res* 2021; 60: 2027-040.
38. Moldovan M, Bogdan C, Ursu I, et al. Evaluation of the efficacy and characterization of an anti-acne cream containing herbal extracts. *Management* 2016; 10: 12.

39. Bahari R, Kasim KF, Nasaruddin NN. Extraction of andrographis paniculata as material for developing soap and sanitizer. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 756: 1315-755.
40. Yamini K, Onesimus T. Preparation and evaluation of herbal anti-acne gel. Int J Pharm Bio Sci 2013; 4: 956.
41. Schagen SK, Overhagen S, Bilstein A. New data confirm skin revitalizing and stress protection by Glycoin® natural. Euro Cosmet 2017; 1: 24-7.
42. Haneefa MK, Shilpa NM, Junise V, et al. Formulation and evaluation of medicated soap of Ixora coccinea root extract for dermal infections. J Pharm Sci Res 2019; 11: 3094-097.
43. Dhakal M, Sharma P, Ghosh S, et al. Preparation and evaluation of herbal lipsticks using natural pigment lycopene (Solanum lycopersicum). Journal of Department of Pharmacognosy, Himalayan Pharmacy Institute, Majhitar, Sikkim 2016;2: 23-9.
44. Jamdade K, Kotha A, Jain N, et al. Formulation and evaluation of herbal lipstick using beta vulgaris and punica granatum extract. International Journal of Pharmacy & Life Sciences 2020; 11: 6575-579.
45. Patil CD, Kadam R, Bedis SP. Formulation and evaluation of sugar cane wax-based lipstick. Int J Trend Res Dev 2019; 3: 827-29.

A review of different methods of skin care using cyanobacteria

Atoosa Asadollahi¹
Bahareh Nowruzi, PhD^{1*}
Mahsa Fattahi, PhD²

1. Department of Biology, School of Converging Sciences and Technologies, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2. Center for Research & Training in Skin Diseases & Leprosy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: Dec 26, 2022
Accepted: Feb 26, 2023
Pages: 285-299

Corresponding Author:
Bahareh Nowruzi, PhD

Shohaday-e- Hesarak Blvd., Daneshgah Sq., End of Sattari Hiwghway, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
Email: bahareh.nowruzi@srbiau.ac.ir

Conflict of interest: None to declare

Microalgae are photosynthetic microorganisms which are the result of permanent exposure to stressful conditions such as high or low temperature, high salinity, osmotic pressure, ultraviolet radiation (uv), contain valuable bioactive compounds in cosmetic products .the existing cosmetic products can be replaced with the cosmetic products that are compatible with the environment and can be included in the topical formulations of skin care such as moisturizers, Anti-wrinkles, anti - aging and anti - acne. In addition, the extracts from these microalgae are used to make sunscreen to treat skin pigmentation and improve wounds; therefore most commercial cosmetics have a wide range of natural compounds extracted from cyanobacteria and this leads to increasing antioxidant, regenerative, moisturizer, shielding and brighteners for both hair and skin. In this article the cosmetic use of cyanobacteria extract and dried powder in improving the appearance and health skin have been investigated. Furthermore, analyzing the brand of Spirulina has been discussed.

Keywords: microalgae, cyanobacteria, natural cosmetics, skin health

